

B

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 6 - 2 4 5 0 7 7

(43) 公開日 平成 6 年 (1994) 9 月 2 日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H04N 1/41		B 9070-5C		
G06F 15/66	330	H 8420-5L		
H03M 7/30		8522-5J		
H04N 7/133		2		

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平 5 - 2 8 3 3 7

(22) 出願日 平成 5 年 (1993) 2 月 1 8 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 4 2 3 7  
日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

(72) 発明者 甲藤 二郎  
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式  
会社内

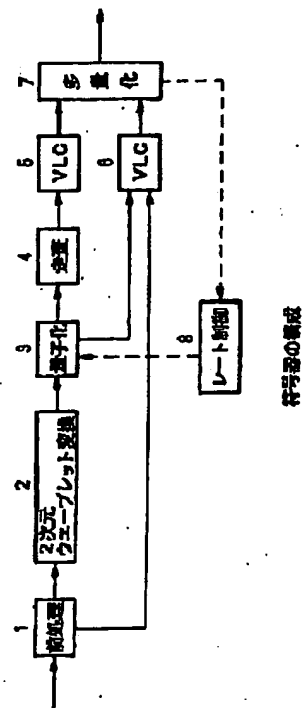
(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 ウェーブレット変換符号化方式

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 画像信号のウェーブレット変換符号化の符号化効率の改善を図る。

【構成】 前処理回路 1 は、入力画像に対して動き保障適応予測、プリフィルタ等の信号処理を実現する。2 次元ウェーブレット変換回路 2 は、前処理回路 1 の出力に対するウェーブレット変換を実現する。量子化回路 3 は、2 次元ウェーブレット変換回路 2 の出力を量子化する。走査回路 4 は、予め設定された走査パターンに応じて、量子化出力である 2 次元ウェーブレット変換係数の走査を行い、1 次元の信号系列を得る。V L C 回路 5 は、1 次元の信号系列に対して可変長符号化を施す。V L C 回路 6 は、動きベクトル、量子化ステップサイズ等の補助情報に対して可変長符号化を施す。多重化回路 7 は、可変長符号を多重化し符号化器出力とする。



(2)

特開平6-245077

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力された画像信号に対して2次元のウェーブレット変換を施し、その変換出力から同一の空間領域を表現する変換係数を取り出して2次元的に配置し、前記配置された変換係数に対して量子化を施し、低周波の周波数帯域に含まれる変換係数から高周波の周波数帯域に含まれる変換係数に向かって走査して1次元の信号系列を生成し、最後の変換係数までゼロが連なる場合には、走査打ち切りを示す符号によって一つの信号系列の符号化を終了する画像信号のウェーブレット変換符号化方式において、周波数帯域毎に周波数帯域内の前記変換係数の相関関係に従って走査方法を決定することを特徴とするウェーブレット変換符号化方式。

【請求項2】 前記1次元の信号系列を生成するに際し、各周波数帯域が走査の対象となる順番を入力信号の局所性に依拠して適応的に切替えることを特徴とする請求項1に記載のウェーブレット変換符号化方式。

【請求項3】 前記1次元の信号系列を生成するに際し、各周波数帯域内の走査の開始位置を入力信号の局所性に依拠して適応的に切替えることを特徴とする請求項1、2に記載のウェーブレット変換符号化方式。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ウェーブレット変換符号化、ならびにサブバンド符号化を用いた画像信号の高効率符号化方式に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 画像信号を高効率に符号化する方式として、直交変換符号化方式やサブバンド符号化方式、ウェーブレット変換符号化方式が知られている。直交変換符号化は、入力信号に対して直交変換を施し、特定の変換係数への電力の集中を図り、その電力の偏りを利用して高効率な符号化を実現する手法である。サブバンド符号化は、入力信号を複数の周波数帯域に分割し、低周波数帯域への電力の偏りを利用して高効率な符号化を実現する手法である。ウェーブレット変換符号化では、低域側の帯域を再帰的に2分割していき、階層化されたサブバンド分割を行なう。これも、その低域成分に電力が集中していることを利用して、高効率な符号化を実現する手法である。これらの手法はすべて、画像信号を周波数表現して符号化する方式として考えることができる。

【0003】 こうして周波数領域で表現された信号は、各種の技法で高効率に符号化することができる。例えば、直交変換符号化方式では、エントロピー符号化の効果を上げるために、2次元の変換係数を1次元の信号系列にする走査手段とEOB (End of Block) 符号とを組み合わせた方式が知られている。図8は、直交変換に対して用いられるその一例を示している。符号器は、2次元の変換係数をその低周波成分から高周波成分に向かってジグザグに走査し、1次元の信号

系列にする。この1次元信号系列を順次符号化していき、配列内のすべての有意係数の符号化が完了した時点で、EOBと呼ばれる符号を発生してブロック内の符号化を完了する。

【0004】 また、この方式では走査の方法は一種類だが、画像信号の局所的性質が異なることを利用して、適応的に走査を切替える方式も知られている。例えば、縦縞の多い絵柄では、電力は図9(a)のように垂直方向の低周波成分の水平方向に集中する。一方、横縞の多い絵柄では、電力は図9(b)のように水平方向の低周波成分の垂直方向に集中する。そこで、画像信号の局所的性質に応じて、縦縞の多い絵柄では図9(c)のような走査を行ない、横縞の多い絵柄では図9(d)のような走査を行なうことによって効率的な符号化を実現できる。

【0005】 一方、サブバンド符号化方式やウェーブレット符号化方式に関しては、特願平3-31502号に記載のものが知られている。ここでは、同一の空間領域を表現する変換係数に対する木構造を定義し、その木構造において低周波成分から高周波成分に至る走査手段を与えている。図10は、ウェーブレット変換における周波数分割の一例を示したものであり、この例ではF0～F9まで、計10バンドの周波数分割を行なっている。符号器は、低周波成分に属する変換係数から高周波成分に属する変換係数に向かって走査を行ない、その1次元の信号系列を符号化していき、配列内のすべての有意係数の符号化が完了した時点で、EOT (End of Tree) と呼ばれる符号を発生してひとつの木構造の符号化を完了する。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 図10において、同一の空間領域を表現する木構造を与える変換係数は、周波数帯域F4～F9においては複数個存在する。特願平3-31502号に与えられている、これらの同一の周波数帯域に含まれる複数個の変換係数の走査方法では、レベルがゼロの信号を連続して発生させるようにはなっていない。また、その走査方法も一種類に固定されたものであり、絵柄の変化に対応して走査を適応的に切替えることは言及されていなかった。

【0007】 本発明の目的は、ウェーブレット変換符号化、ならびにサブバンド符号化における変換係数の走査方法を改善し、エントロピー符号化の効率の良いウェーブレット変換符号化方式を提供するものである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 上述の問題点を解決するために、本発明は、入力された画像信号に対して2次元ウェーブレット変換を施し、その変換出力から同一の空間領域を表現する変換係数を取り出して2次元的に配置し、その2次元的に配置された変換係数に対して量子化を施し、低周波の周波数帯域に含まれる変換係数から高

( 3 )

特開平6-245077

3

周波の周波数帯域に含まれる変換係数に向かって走査して1次元の信号系列を生成し、最後の変換係数までゼロが連なる場合には、走査打ち切りを示す符号によって一つの信号系列の符号化を終了する画像信号のウェーブレット変換符号化方式において、周波数帯域毎に周波数帯域内の前記変換係数の相関関係に従って走査方法を決定することを第1の特徴としている。

【0009】また、本発明は、前記1次元の信号系列を生成するに際し、各周波数帯域が走査の対象となる順番を入力信号の局所性に応じて適応的に切替えることを第2の特徴としている。

【0010】更に、前記1次元の信号系列を生成するに際し、各周波数帯域内の走査の開始位置を入力信号の局所性に応じて適応的に切替えることを第3の特徴としている。

【0011】

【作用】本発明の変換係数の走査方式は、ウェーブレット変換係数の効率的なエントロピー符号化を実現するものである。空間的に隣接するウェーブレット変換係数は、その有意係数の発生箇所に、同一の周波数帯域内、ならびに異なる周波数帯域間において、ある程度の法則性が認められる。そこで、こうしたウェーブレット変換係数の分布を考慮した走査方式を適用することにより、効率的なエントロピー符号化が可能となる。

【0012】図10において、実線で囲まれた領域F0～F9はウェーブレット変換における周波数分割の一例を表している。このとき、各周波数帯域の面積の比は各周波数帯域に属する変換係数の個数の比に対応しており、同一の空間領域を表現するために必要な変換係数の個数は、F0～F3を1個とすると、F4～F6は4個、F7～F9は16個となる。

【0013】図11は、空間領域と変換領域の関係を示したものである。図11(a)において、正方ブロックは8×8のサイズであるとする。すると、この正方ブロックを中心として斜線部で表された空間領域から求められるウェーブレット変換係数は図11(b)のように、64個の変換係数の組として与えられる。この図での、F0～F9は、図10に示した周波数領域に対応している。そして、図11(b)に示した変換係数を図11

(c)のように配置して、変換係数のブロックを構成する。ここで、小四角形が一つの変換係数に対応しており、実線で囲まれた領域内の変換係数は、直交変換の場合とは異なり、同じ周波数帯域に属するものである。ここではまた、同一の周波数領域に属する変換係数を、その空間的な位置に従って記述している。このような変換係数のブロックを画像全体に対して求め、それぞれを量子化、走査したのちに符号化を行う。

【0014】このようなウェーブレット変換係数では、水平方向が低周波帯域で垂直方向が高周波帯域の変換係数(例えばF4、F7)は、空間的には水平方向に有意

4

係数が連続して発生する傾向がある。同様に、水平方向が高周波帯域で垂直方向が低周波帯域の変換係数(例えばF5、F8)は、空間的には垂直方向に有意係数が連続して発生する傾向がある。そこで、図1(a)のように変換係数の走査を行なうことにより、レベルがゼロの信号が連続して発生しやすくなる。

【0015】さらに、画像の局所性に応じた適応処理の導入により、必要以上の非有意画素の符号化の無駄を省き、符号化特性を改善することができる。

【0016】図1(b)は、同一周波数帯域内部における走査の適応化を示したものである。エッジ部分などでは高周波領域に有意係数が発生するが、空間的には、異なる周波数領域に跨って、同じ領域に有意係数が発生することが多い。図10で考えれば、このような相関関係はF1～F4～F7、F2～F5～F8、F3～F6～F9、それぞれについて考えることができる。そこで、こうした周波数領域間の相関関係を考慮した適応走査を導入する。

【0017】たとえば、図1(b)において20、21、22、23はそれぞれ走査の空間的な開始位置を示しており、20、21の走査結果に応じて、走査を22から始めるか23から始めるかを決定する。すなわち、周波数領域F5において、20の走査結果がゼロラン、21の走査結果が有意係数を含んだものであるとすれば、空間的には右側の部分に有意係数が発生しやすいものと判断し、周波数領域F8では、走査を23から始め、続いて22からの走査を行なう。これによって、各周波数領域内において、有意係数の発生を走査の始めの段階で検出することが可能となる。

【0018】次に、図1(c)、図1(d)、図1(e)は、各周波数領域に対する走査の順番の適応化を示している。これは、縦横の多い絵柄、あるいは横横の多い絵柄など、画像の局所的な特徴に応じて、各周波数領域の走査の対象となる順番を適応的に切替える方式である。具体例として、図1(c)が基本的な走査経路を表しており、垂直方向のエッジを含む空間領域に対しては図1(d)のような走査経路を、水平方向のエッジを含む空間領域に対しては図1(e)のような走査経路を適応的に選択する。これは、図9に示した直交変換の適応走査と同様の原理に基づいたものであり、有意係数の検出を走査の早い順番で終了することができ、走査打ち切り符号の導入によってエントロピー符号化の特性改善が実現できる。

【0019】

【実施例】次に、本発明について図面を参照して説明する。

【0020】図2において、前処理回路1は、入力画像に対して動き補償適応予測、プリフィルタ等の信号処理を実現するものである。ここで図3は、前処理回路1の一実現例を示したものである。まず、フィルタ回路30

(4)

特開平6-245077

5

は、主に入力画像信号の雑音除去を目的として、入力信号に対して空間方向や時間方向のローパスフィルタを掛けるものである。減算器31は、入力画像信号と、予測器33の出力である予測画像信号との差分を取るものである。動き検出回路32は、前フレームの符号化画像信号と入力画像信号の差分信号のエネルギーがもっとも小さくなるような動きベクトルを求めるものである。予測器33は、フレームメモリ34から与えられる前フレームの符号化画像信号と動き検出回路32から与えられる動きベクトル情報に基づき、現フレーム予測画像信号を出力するものである。フレームメモリ34は、前フレームの符号化画像信号を蓄積するものである。

【0021】2次元ウェーブレット変換回路2は、前処理回路1の出力に対するウェーブレット変換を実現するものである。ここで図4は、2次元ウェーブレット変換回路の一実施例を示したものである。フィルタ回路40(H)、およびフィルタ回路41(G)は、共に入力信号にフィルタ操作を施し、さらに2:1のサブサンプリングを行なうものである。ここで、フィルタ回路40のフィルタの周波数特性は低減通過特性を示し、フィルタ回路41のフィルタの周波数特性は高域通過特性を示す。そして、水平方向、垂直方向それぞれに対して、図4に示すようにフィルタ回路を多段に接続することによって、2次元のウェーブレット変換を実現する。図4に示したF0~F9は、それぞれ図10に示した周波数領域に対応している。

【0022】量子化回路3は、2次元ウェーブレット変換回路2の出力を量子化するものである。ここで図5は、量子化回路の一実施例を詳細に示したものである。量子化回路36は、ウェーブレット変換係数の量子化を実現し、VLC回路6に対して量子化ステップサイズを伝送するものである。このとき量子化回路36は、まず図11に従い、同一の空間領域を表現するウェーブレット変換係数を取り出し、図11(c)のように2次元的に配置されたウェーブレット変換係数に対して量子化操作を施すものである。逆量子化回路37は、量子化出力を逆量子化するものである。このとき、量子化回路36、および逆量子化回路37は、さらに多重化回路7の伝送バッファの状態に応じてレート制御回路8からの制御情報を受け、量子化ステップサイズを適応的に変更する機能を備えている。2次元ウェーブレット逆変換回路38は、逆量子化回路37の出力に対して逆ウェーブレット変換を施すものであり、図6はその一実施例を示したものである。ここで、フィルタ回路42(H')およびフィルタ回路43(G')は、共に入力信号に対して1:2のゼロ値補間を行い、さらにフィルタ操作を施すものである。また、加算回路44はそれらの出力の和を取るものである。

【0023】走査回路4は、予め設定された走査パターンに応じて、量子化出力である2次元のウェーブレット

6

変換係数の走査を行い、1次元の信号系列を得るものである。走査パターンは、各周波数帯域内は図1(a)に従い、周波数帯域間は図1(c)に従い、低周波の周波数帯域に含まれる変換係数から高周波の周波数帯域に含まれる変換係数に向かって走査を行なうことによって1次元の信号系列を生成する。VLC回路5は、予め設定された可変長符号テーブルに応じて、走査回路4の出力である1次元の信号系列に対して可変長符号化を施すものである。このとき、最後の変換係数までゼロが連なる場合には、走査打ち切りを示す符号を用いて一つの信号系列の符号化を終了する。VLC回路6は、予め設定された可変長符号テーブルに応じて、前処理回路1から与えられる動きベクトル、および量子化回路3から与えられる量子化ステップサイズ等の補助情報に対して可変長符号化を施すものである。多重化回路7は、可変長符号を多重化し、符号器出力とするものであり、伝送バッファを備えている。レート制御回路8は、多重化回路7に送り込まれる符号量を監視し、その伝送バッファの状態に応じて、量子化回路3に対して量子化ステップサイズの制御を施すものである。

【0024】図7は、本発明に基づき、画像の局所性に応じて走査の適応化を図る符号器のブロック図である。ここで適応制御回路9は、入力信号の局所的な特徴に応じて、走査回路4の走査パターンを変更するものである。このとき、入力信号の局所的な特徴の決定方法としては、図7(a)に示した方式、および図7(b)に示した方式が考えられる。図7(a)は量子化前のウェーブレット変換係数のエネルギーの分布に基づき、図7(b)は量子化後のウェーブレット変換係数の有意係数の分布に基づき、それぞれ走査回路4の走査パターンを決定する。

【0025】適応制御回路9は、走査回路4において1次元の信号系列を生成するに際し、各周波数帯域が走査の対象となる順番を、入力信号の局所性に応じて適応的に切替える機能を有している。すなわち、前記変換係数の分布の偏りに応じて、標準的には図1(c)の走査パターンを、水平方向(F2、F5、F8)にエネルギーが集中している変換係数群に対しては図1(d)の走査パターンを、垂直方向(F1、F4、F7)にエネルギーが集中している変換係数群に対しては図1(e)の走査パターンを、それぞれ走査回路4の走査パターンとして選択する。また、適応制御回路9は、走査回路4において1次元の信号系列を生成するに際し、各周波数帯域内の走査の開始位置を、入力信号の局所性に応じて適応的に切替える機能を有している。すなわち、周波数帯域F4、F5、F6の内部の変換係数の分布に対応して、周波数帯域F7、F8、F9の走査パターンを切替える。たとえば、図1(b)において、周波数領域F5における20の走査結果がゼロラン、21の走査結果が有意係数を含んだものであるとすれば、この結果に基づい

( 5 )

特開平6-245077

7

て、周波数領域F8では走査を23から始め、続いて22からの走査を行なうように、走査回路4の走査パターンを切替える。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように、本発明による変換係数の走査方式によってレベルがゼロの信号が連続して発生しやすくなり、また走査打ち切りを示す符号が効果的に活用できることになり、符号化特性を改善することができ、エントロピー符号化の効率の良いウェーブレット変換符号化方式が提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のウェーブレット変換係数の走査方式

【図2】符号器の構成

【図3】前処理回路の一例

【図4】2次元ウェーブレット変換回路の一例

【図5】量子化回路の一例

【図6】2次元ウェーブレット逆変換回路の一例

【図7】適応走査の導入

【図8】直交変換の走査方式

【図9】直交変換の適応走査方式

【図10】ウェーブレット変換の周波数分割

【図11】ウェーブレット変換における空間領域と周波

数領域の関係

【符号の説明】

1 前処理回路

2 変換回路

3 量子化回路

4 走査回路

5 可変長符号化回路

6 可変長符号化回路

7 多重化回路

10 8 レート制御回路

9 適応制御回路

20、21、22、23 走査開始点

30 フィルタ回路

31 減算器

32 動き検出回路

33 予測器

34 フレームメモリ

35 量子化回路

36 逆量子化回路

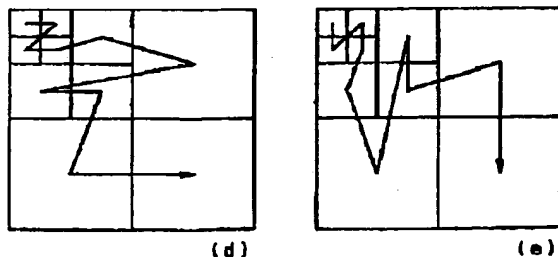
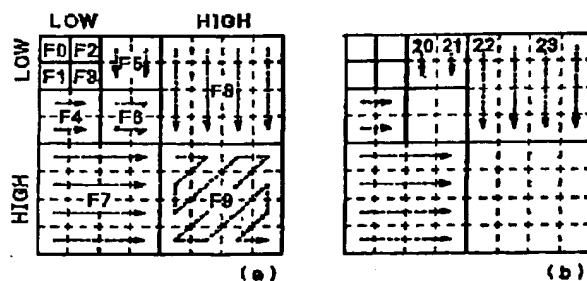
20 37 2次元ウェーブレット逆変換回路

40、41、42、43 フィルタ回路

44 加算器

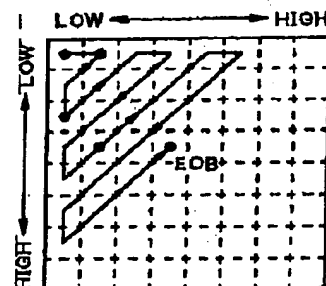
8

【図1】



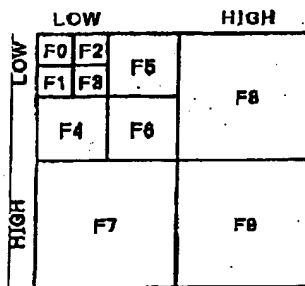
ウェーブレット変換係数の走査方式

【図8】



直交変換の走査方式

【図10】

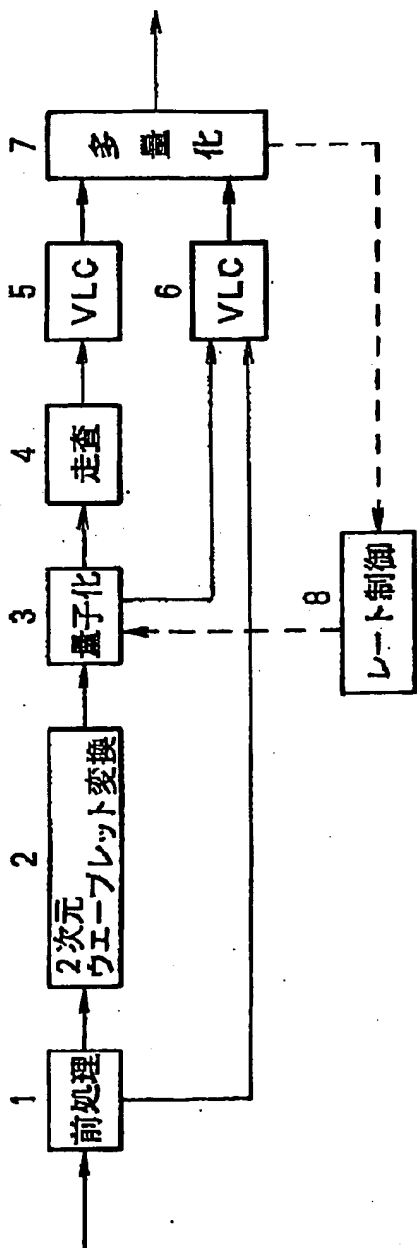


ウェーブレット変換の周波数分割

( 6 )

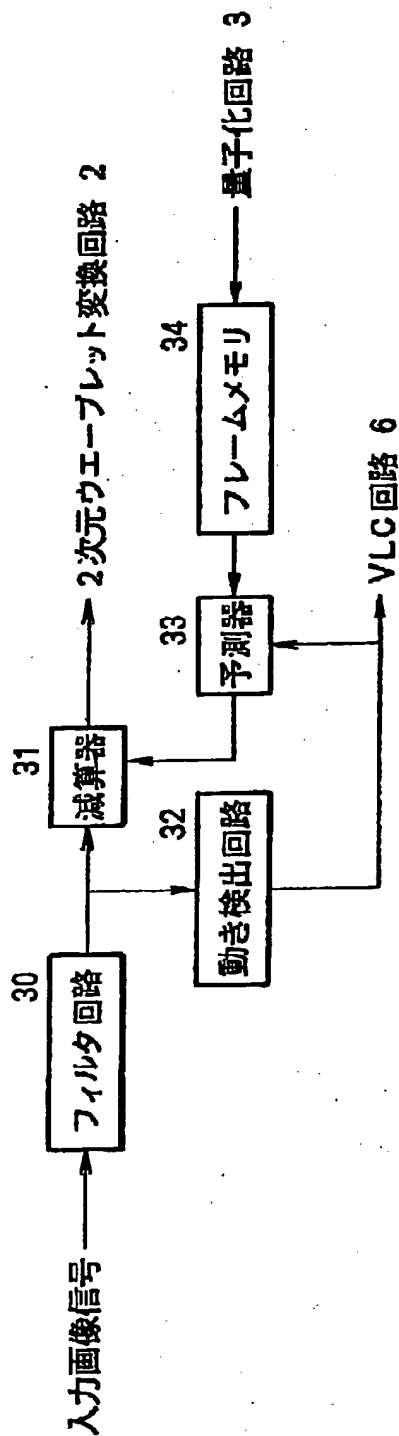
特開平 6 - 2 4 5 0 7 7

【図 2】



符号器の構成

【図 3】

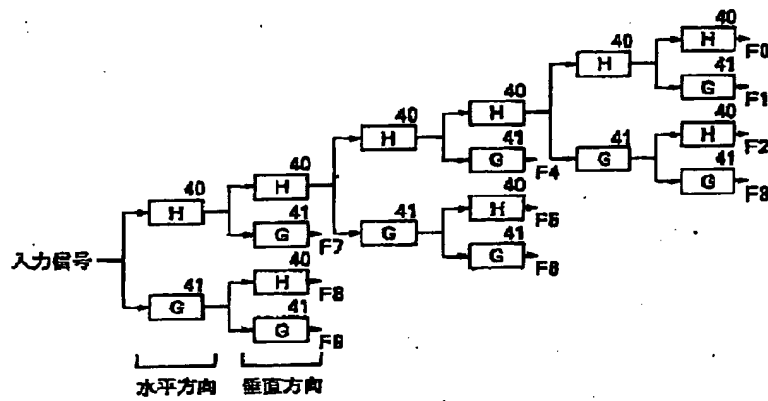


前処理回路の一例

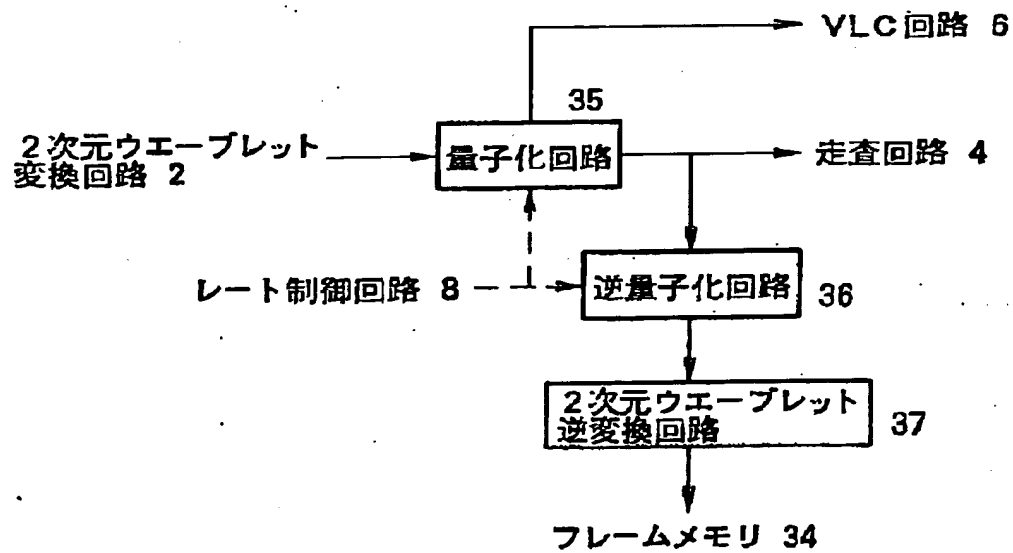
( 7 )

特開平6-245077

【図4】



【図5】

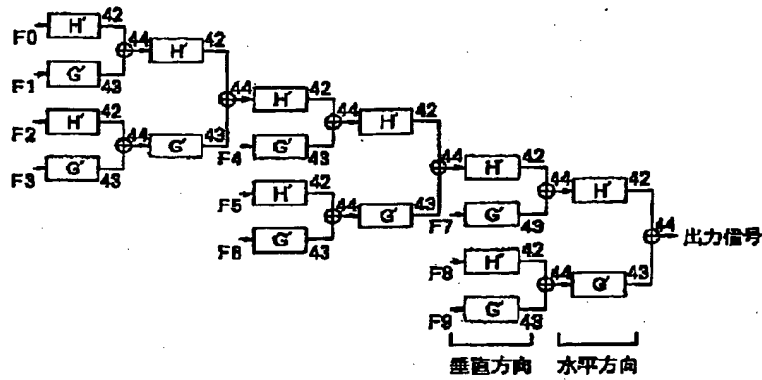


量子化回路の一例

( 8 )

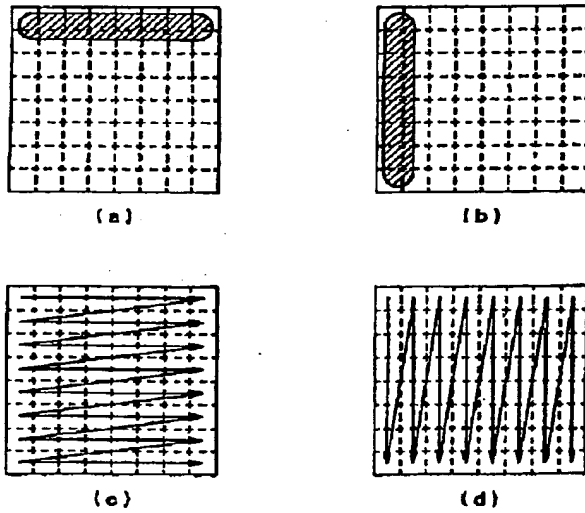
特開平6-245077

【図6】



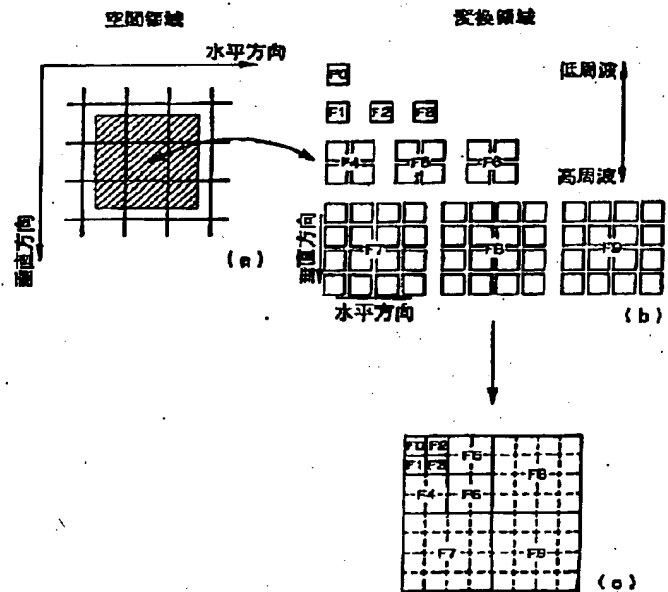
2次元ウェーブレット逆変換回路の一例

【図9】



直交変換の適応走査方式

【図11】



ウェーブレット変換における空間領域と変換領域の関係



( 9 )

特開平6-245077

【図7】

